© Б.Д. Терентьев, Е.С. Ступко, 2008

УДК 622.272:577.4

Б.Д. Терентьев, Е.С. Ступко

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Семинар № 13

Горнодобывающие предприятия в соответствии с принятой классификацией, как и предприятия атомной энергетики, относятся к потенциально опасным объектам (ПОО). При этом хозяйственная деятельность по освоению месторождений полезных ископаемых обладает специфической особенностью, так как минерально-сырьевая база предприятий является и предметом осуществления хозяйственной деятельности и одновременно фактором, определяющим негативное воздействие на окружающую среду.

Влияние подземной разработки угольных месторождений на экологию окружающей среды необходимо оценивать по двум факторам.

Первое – непосредственное влияние горных работ на окружающую среду. Это, прежде всего, возможное нарушение земной поверхности вследствие образования пустот в отработанных пространствах земных недр; изменение естественных напряжений и природного состояния горного массива с образованием газо- и водопроводящих техногенных трещин; фильтрация подземных газов и вод в горные выработки действующих и закрытых шахт с выходом этих флюидов на поверхность, угроза затопления объектов на поверхности или взрывов метановоздушных смесей; необходимость отвода земель, пригодных к народнохозяйственному обороту, для образования отвалов, отстойников, промышленных площадок и транспортно-энергетических коммуникаций.

Второе – опосредствованное (вторичное) влияние горных работ на ухудшение региональной экологии. Это различного вида вредные эмиссии в атмосферу и поверхностные воды – газы и пыль, выбрасываемые вентиляторными установками, транспортом и породными отвалами, загрязнение естественных водоёмов шахтными стоками и тому подобное, что приводит к нарушению природного равновесия среды. Когда нарушается естественное равновесие природных компонентов в воде, немедленно возникают изменения в почве и в атмосферных осадках, а затем в растительности и живых организмах на прилегающих территориях. Срабатывает закон, так называемого, наследования человеком содержания химических элементов земли через растения и животных. Горная промышленность совместно с перерабатывающей промышленностью во много раз ускоряет процесс разрыва связей геохимического равновесия, который с течением времени перерастает из локального в региональный.

Кроме того, необходимо учитывать шумовую нагрузку от вентиляционных и транспортных установок, потребление «чистой» воды для промышленных нужд, потребление энергии.

Таким образом, хозяйственная деятельность шахт, как горных предприятий, оказывает перманентное отрицательное воздействие на окружающую среду.

Снижение негативных последствий подземной разработки угольных месторождений на практике осуществляется как в подземных горных выработках, так и на поверхности. При этом наиболее эффективными являются меры, предусматривающие уменьшение нагрузки на экологию региона путём выполнения комплекса процессов в подземных условиях.

В числе приоритетных являются следующие направления:

- рациональное временное и пространственное планирование развития горных работ, учитывающее не только горно-технологические параметры месторождения, но и условия размещения, состояние природных и промышленных объектов на земной поверхности;
- разработка и совершенствование технологии и технических средств ведения очистных и подготовительных работ, позволяющих применять эффективные производственные решения, направленные на снижение отрицательных последствий горных разработок;
- разработка методов и средств, снижающих загрязнение атмосферы и природных водоёмов шахтными газами, пылью и сточными водами.

Минимизация последствий подземных разработок на деформацию земной поверхности может быть достигнута за счёт выполнения ряда горных мероприятий, среди которых, в первую очередь, необходимо отметить:

- рациональное расположение в пространстве и выбор оптимальных параметров технологических схем подготовки и очистной выемки на одном или нескольких пластах свиты относительно объектов охраны на земной поверхности;
- применение частичной (неполной) выемки пластов по площади и мощности, полной или частичной закладки выработанных пространств.

Снижение вредного воздействия на окружающую среду шахтных газов и стоков можно осуществить путём перевода газо-воздушной смеси в гидратное состояние. Использование в качестве газа – гидратообразователя метановоздушной смеси и шахтной воды позволяет в едином технологическом процессе производить утилизацию метана и опреснение шахтной воды с получением в качестве готовых продуктов чистого метана, пресной воды и сухих солей [1].

Ниже более подробно рассмотрены горные мероприятия по снижению влияния подземных горных работ на объекты земной поверхности.

Рациональное расположение очистных горных выработок и направление движения очистных работ заключается в том, чтобы при отработке пластов объекты на поверхности попадали в плоское дно мульды сдвижения, исключающее расположение объектов в её краевых частях с максимальными растягивающими деформациям. Это может быть достигнуто за счёт увеличения длины лавы до необходимых размеров. Если минимальная расчётная длина очистной выработки получается большей, чем может быть отработана одной лавой, то выемку следует производить спаренными или несколькими лавами с уступным расположением забоев по бесцеликовой технологии или с временным оставлением целиков.

С точки зрения согласования расположения горных выработок и геомеханических процессов в земной коре при рациональном порядке отработки вы-

емочных полей должно учитываться направление действия тектонических сил в данном регионе. Нормативными актами, действующими в настоящее время, все расчеты по выбору ориентировки горных выработок в пространстве и их креплению осуществляются с учётом только гравитационной составляющей поля напряжений, имеющей вертикальное или близкое к нему направление.

Вместе с тем, некоторыми исследованиями установлено, что тектонические составляющие напряжений, имеющие, как правило, горизонтальное направление, могут превышать вертикальную составляющую в 6–20 раз [2]. При этом отмечается, что выработки, расположенные в широтном направлении, испытывают значительно меньшие напряжения от тектонической составляющей и, соответствующие им деформации, чем выработки, расположенные в меридиональном направлении. В результате в выработках не происходят явления, так называемого, «стреляния пород», их проектные контуры практически не нарушаются, а сами выработки не требуют частых перекреплений периметра и имеют высокую функциональную надёжность. Поэтому наиболее предпочтительный порядок отработки шахтопластов соответствует широтному направлению «запад-вос-ток» или «восток-запад», при котором пластические длительные деформации подготовительных выработок ожидаются минимальными, а устойчивость – максимальной.

Гармонизация отработки свит пластов достигается таким расположением очистных выработок в пластах свиты, при котором на земной поверхности под охраняемыми объектами деформации полностью или частично компенсируются за счёт соответствующего смещения границ очистных выработок относительно друг друга и подрабатываемого объекта.

Закладка выработанного пространства является наиболее эффективной природоохранной технологией, так как позволяет уменьшить вредное влияние горного производства по нескольким направлениям, о которых будет сказано ниже. Особенно эффективна данная технология при использовании в качестве закладочного материала пород, получаемых в шахте от проведения горных выработок, а также промышленных и бытовых отходов. Однако эта технология является наиболее дорогой и трудоёмкой и, поэтому, используется в исключительных случаях, например, при отработке запасов мощных крутопадающих пластов или при ведении очистных работ под ответственными объектами на поверхности.

Наиболее перспективной и технически осуществимой мерой, позволяющей уменьшить влияние подземных горных работ, является увеличение длины очистных забоев до максимально возможной по горно-техно-логическим факторам величины. Дли-на очистного забоя при подземной разработке угольных месторождений является одним из основных параметров, определяющих не только конечные экономические показатели угледобычи, но и негативную нагрузку на окружающую среду.

От правильного определения рациональной длины лавы непосредственно зависят следующие основные технико-экономические показатели:

- удельная протяженность подготовительных выработок на 1000 т добытого угля;
- общая стоимость проведения и поддержания подготовительных выработок;
- снижение потерь полезного ископаемого в недрах;

- амортизационные отчисления на погашение основных фондов;
- стоимость монтажа и демонтажа механизированных комплексов на единицу запасов;
- транспортные расходы в пределах выемочного поля (горизонта шахты);
- объёмы породы, получаемые от проведения подготовительных выработок выемочного поля.

Опосредствованно длина очистного забоя оказывает влияние на такие технические и экономические показатели, как расход и стоимость электроэнергии на проветривание очистных и подготовительных забоев при добыче единицы запасов; состояние очистных и подготовительных выработок на соседних пластах вследствие создания более благоприятных возможностей размещения этих выработок в зонах пониженного горного давления; в некоторых случаях на состояние объектов на земной поверхности.

До настоящего времени нет единой методики выбора оптимальной длины очистного забоя. На шахтах Российской Федерации определение длины лавы производственниками осуществляется путём деления выемочных полей на части (выемочные столбы) с таким расчётом, чтобы в выемочном поле располагалось целое число столбов стандартной длины, определяемой техническими возможностями механизированного комплекса и условиями проветривания забоя.

Примерно такие же принципы выбора длины очистного забоя существуют в практике разработки угольных пластов на зарубежных шахтах. В научно-технической литературе отмечается, что, если длина лавы не задана заранее технологической схемой подготовки горизонта, то необходимо руководствоваться следующими критериями: максимальная длина лавы, как правило, определяется мощностью приводов конвейера и прочностью скребковых цепей. На пологих пластах средней мощности при относительно небольших объёмах транспортирования и небольшой насыпной плотности горной массы длина лавы при современном развитии техники может составить 300 м и более. Подчёркивается, что капитальные затраты на приобретение современного очистного оборудования и подготовку лавы, отнесенные к одной и той же длине выемочного участка, в длинных лавах выше, чем в коротких, но они вполне компенсируются снижением удельных затрат на материалы и заработную плату на 1 т товарной продукции. При большой длине лавы обеспечивается лучшее использование выемочных машин, то есть достигается более высокая суточная нагрузка вследствие сокращения числа концевых операций на 1 т добычи при прочих равных условиях. Эти достоинства длинных лав сохраняются и при переходе через геологические нарушения.

По мнению некоторых исследователей, причинами, сдерживающими увеличение длины очистного забоя на действующих шахтах при отработке пологих пластов, являются:

- возрастание площади обнажения кровли и выработанного пространства, что рассматривается как один из факторов, способствующих повышению горного давления и газообильности горных работ;
- снижение темпов подвигания лавы при прочих равных условиях (сопоставимых технических средствах выемки, технологии отработки и горно-геологических характеристик участка);
- изменение характера проявлений горного давления в лаве и выемочных штреках вследствие снижения скорости

подвигания лавы и возникновения пластических деформаций пород кровли;

- увеличение времени отработки выемочного столба и, связанное с этим, возрастание расходов на поддержание выемочных штреков;

- отсутствие машин и механизмов, позволяющих эффективно отрабатывать угольные пласты протяжёнными очистными забоями.

Вместе с тем, увеличение длины очистных забоев является не только экономической, но и экологической задачей, решение которой позволит в значительной степени снизить вредные последствия горных разработок.

Перечисленные выше отрицательные причины, сдерживающие рост длины лав на пологих пластах, могут быть минимизированы путём проведения соответствующих горно-технологических мероприятий.

Расчётами, проведенными нами с использованием теоретических положений проф. В.Д. Слесарева, показано, что увеличение площади обнажения пород кровли вследствие возрастания длины лавы практически не влияет на рост нагрузки на механизированные крепи забоя, а определяется, в основном, глубиной отработки, составом пород и углом их падения.

Величина газообильности горных работ выемочного участка также в незначительной степени зависит от длины лавы, а преимущественно определяется, при прочих равных условиях, технологической схемой отработки, схемой движения вентиляционных струй, состоянием воздухопроводящих выработок и применяемым способом дегазации.

Отрицательное воздействие снижения темпов подвигания очистных забоев и возрастания при этом последствий проявления опорного горного давления в выемочных штреках возможно минимизировать путём изменения порядка отработки выемочных столбов с нисходящего на восходящий, применением усиливающей анкерной крепи, управлением состоянием концевых частей лавы возведением инженерных сооружений, обеспечивающих надёжное сохранение штреков.

Таким образом, можно констатировать, что увеличение длины очистных забоев в настоящее время сдерживается следующими факторами: производительностью конвейеров лавы и штрека, и возможно, в некоторой степени, высокой нарушенностью участка отработки.

Внедрение на пологих пластах лав длиной 400–450 м позволяет осуществить в благоприятных горно-геологических условиях переход на технологические схемы угледобычи по системе «шахта – лава» с производственной мощностью шахты 3,0-4,0 млн т угля в год и более. Система «шахта – лава», впервые предложенная проф. А.С. Бурчаковым [3], имеет целый ряд преимуществ по сравнению с традиционной технологией. Это, прежде всего, снижение капитальных вложений на строительство и оснащение предприятий, уменьшение эксплуатационных расходов, рост скорости отработки запасов и возврата капитальных вложений, обеспечение высокого уровня безопасности горных работ и их влияния на окружающую среду. При этом для достижения целей снижения нагрузки на экологию региона необходимо отдавать предпочтение восходящему порядку отработки выемочных полей, который позволяет уменьшить негативные проявления подземной разработки пластов угля вследствие снижения объёмов откачки шахтных вод, улучшения состояния подготовительных выработок, частичного оставления породы в шахте для закладки

выработанных пространств на нижележащих горизонтах.

В заключение необходимо отметить, что внедрение рациональных параметров технологии подземной угледобычи, включающих, в первую очередь, использование лав максимальной, для данных горно-геологи-ческих условий, протяженности и оптимально ориентированного развития горных работ, позволит существенно повысить технико-экономическую эф-фективность предприятий и снизить отрицательную нагрузку на экологию региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Королёва В.Н.* Научное обоснование и разработка технологических решений по повышению безопасности горных работ на базе эффективной дегазации с утилизацией метана на основе газогидратных процессов. Дисс. д.т.н. – М.: МГГУ, 2005. – 434 с.
2. *Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарян Э.В.* Основы механики горных пород. – Л.: Недра, 1977. - 503 с.
3. *Бурчаков А.С., Малкин А.С., Еремеев В.С.* Проектирование шахт. – М.: Недра, 1985. – 399 с. ГИАБ

Коротко об авторах

Терентьев Б.Д. – профессор кафедры ПРПМ,
Ступко Е.С. – аспирант кафедры ПРПМ,
Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 13 симпозиума «Неделя горняка-2008».
Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.В. Мельник.*

ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
РАХИМОВ Зуфар Рафисович	Совершенствование методики оценки устойчивости откосов, сложенных слабыми глинистыми породами	25.00.16	к.т.н.